

УДК 621.436.038:006.032.-034

Р.Р. Сорочинський, студент гр. ПІ-71мп, доц. Дубінець В.І.

КПІ ім. Ігоря Сікорського

ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ОПТИМІЗАЦІЯ ВИКОНАВЧИХ ЕЛЕМЕНТІВ СИСТЕМ ВПОРСКУВАННЯ ПАЛИВА

Анотація. В даній статті описано роботу систем управління впорскування палива. Розглянуто схему інтелектуальної системи управління впорскування палива з E-PPN клапанами. Проведено дослідження електромагніту на випробувальному стенді. На основі цього в Matlab Simulink, SolidWorks середовищі проведено розрахунки та побудовані діаграми. В результаті дослідження виявлено основні параметри які впливають на роботу електромагніту.

Ключові слова: електромагніт, впорскування палива, E-PPN клапани, Matlab Simulink, SolidWorks.

ВСТУП

Для дизельних двигунів тепловозів, які працюють в широких діапазонах швидкісних і навантажувальних режимів, одним з найбільш ефективних методів зниження витрати палива і викидів токсичних речовин є застосування інтелектуальних систем управління впорскування палива [1].

Для модернізації механічних систем подачі палива існуючих тепловозних дизелів, найбільш придатною є система Насос з Клапаном - Трубопровід - Форсунка (E-PPN), так як вона не вимагає зміни конструкції складових частин дизельного двигуна при проведенні модернізації. Така система розроблена та реалізована фірмою HEINZMANN [2].

В загальноприйнятій гідромеханічній системі подачі палива здійснюється переміщення паливної рейки для управління кількістю впорскуваного палива в циліндри двигуна. Оптимальний кут випередження впорскування палива для таких систем виставляється лише на номінальному режимі роботи двигуна [3].

ПРИНЦИП РОБОТИ

Інтелектуальні системи управління впорскування палива з E-PPN клапанами використовують електромагнітні клапани для управління подачею палива. Паливна рейка при цьому демонтується як не потрібний елемент регулювання. Початок і кінець фази подачі палива, в залежності від обертів двигуна та навантаження, визначається моментом проходження струму через електромагнітний клапан. Таким чином з'являється можливість регулювання кута випередження подачі палива у всьому робочому діапазоні обертів та навантаження дизельного двигуна. Це забезпечує до 12% економії витрати палива двигуном та суттєво покращує роботу двигуна [4].

При проходженні струму через електромагніт E-PPN клапана, відбувається закриття клапану і паливо з насоса високого тиску спрямовується до форсунки. При припиненні подачі струму на електромагніт відбувається відкриття клапану і злив палива в паливний бак. Таким чином, відбувається регулювання моменту та кількості впорскуваного палива.

Така система управління включає електронний блок управління, керовані електромагнітні клапани, датчики і комунікаційні кабелі. Блок управління працює на основі дуже швидкого і потужного 32-бітового промислового мікропроцесора серії MC68332, фірми Motorola.

Нижче на рис.1 наведена схема інтелектуальної системи управління впорскування палива з E-PPN клапанами.

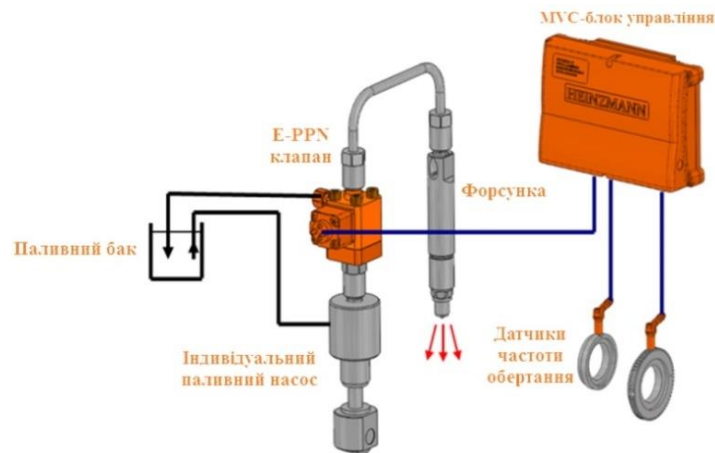


Рисунок 1. Схема інтелектуальної системи управління впорскування палива E-PPN клапанами.

Точність та кількість впорскуваного палива залежить від фізичних параметрів електромагніту та параметрів його управління. З ціллю вибору оптимальних параметрів для управління електромагнітним клапаном проводилися дослідження електромагніту на випробувальному стенді.

Нижче на рис.2 наведене фото випробувального стенду для дослідження електромагніту.

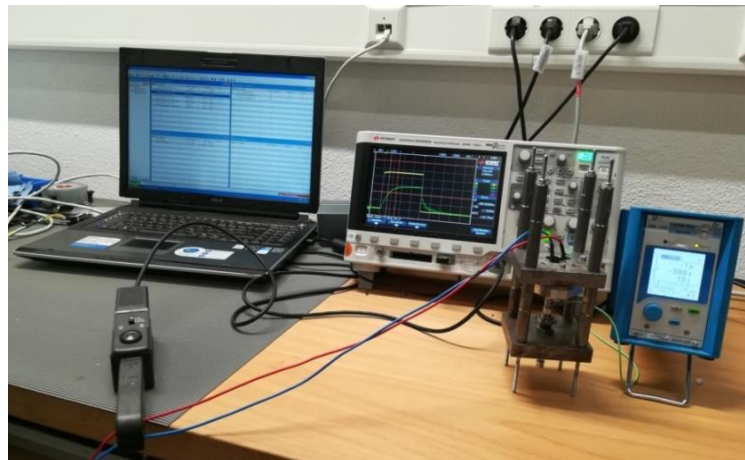


Рисунок 2. Випробувальний стенд з обладнанням для тестування.

ДОСЛІДЖЕННЯ

Дослідження електромагніту на випробувальному стенді відбувалися при наступних параметрах:

- Електромагніт магніт типу RM08[5],
- Час намагнічування від 1мс до 4мс,
- Напруга живлення магніту 24V,
- Діапазон струму для випробування магніту від 6А до 12А з кроком 2А,
- Магнітний зазор 10 мм.

Ціллю даного дослідження було визначення силових параметрів електромагніту RM08 для різних комбінацій струму та часу намагнічування.

Результати тестів будуть використанні в подальшому для розрахунку зворотної пружини та площі затвору в клапані E-PPN управління впорскування палива інтелектуальної системи управління частотою обертання.

Перед виконанням тестів на випробувальному стенді було проведено підготовчі роботи:

- Калібрування зазору електромагніту типу RM08 фірми HEINZMANN;
- Налаштування роботи осцилографа, фірми KEYSIGHT, та зберігання даних у коректному форматі даних [6];
- Налаштування датчика сили та приладу для вимірювання сили, фірми Kistler Charge Meter;
- Налаштування струмових кліщів фірми Chauvin Arnoux типу E3N Clamp AC/DC у діапазоні вимірювання 10mV/A [7];
- Підключення та налаштування програмного забезпечення.

На основі налаштування випробувального стенду було проведено тестування електромагніту та побудовані діаграми залежності магнітного зусилля від часу для кожного зазору за допомогою середовища Microsoft Excel.

Тест 1. Вхідні параметри:

- Магнітний зазор 0,10 мм.
- Час намагнічування до 4мс,
- Напруга живлення магніту 24V,
- Діапазон струму для випробування магніту від 6А до 12А з кроком 2А.

Нижче на рис. 3 наведено діаграму магнітного зусилля від часу, зазор 0,10мм, напруга 24В.

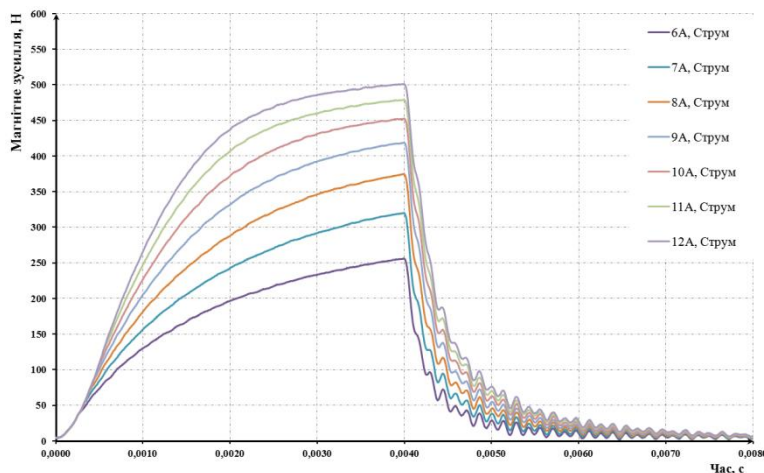


Рисунок 3. Діаграму магнітного зусилля від часу, зазор 0,10 мм, напруга 24В.

Мінімальне магнітне зусилля 255Н, досягається при струмі 6А.

Максимальне магнітне зусилля 500Н, досягається при струмі 12А.

ВИСНОВОК

Інтелектуальна система управління впорскування палива з E-PPN клапанами широко застосовуються для зниження витрати палива і викидів токсичних речовин дизельних двигунів тепловозів, які працюють в широких швидкісних діапазонах і у навантажувальних режимах.

Згідно проведеного тестування на випробувальному стенді та аналізу при обробці результатів у середовищі MATLAB SIMULINK та у середовищі Microsoft Excel доведено, що на величину магнітного зусилля найбільше впливає струм відкриття і магнітний зазор.

Проведені дослідження на випробувальному стенді, дозволи підібрати зворотну пружину та розрахувати пружину в середовищі SolidWorks, на основі проведених тестувань на випробувальному стенді.

СПИСОК ВИКОРИСТОВАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Коссов Е.Е., Шапран Е.Н., Фурман В.В. Совершенствование режимов работы силовых энергетических систем тепловозов. Луганск, Изд-во Восточноукраинского национального университета им. В. Даля, 2006. 280 с
2. Система LAVINIA E-PPN фирмы HEINZMANN. Режим доступа: <https://www.heinzmann.com/de/download-motoren-turbinen/dokumente-software/Dieselmotor-Management/E-PPN-Einspritzsystem/LAVINIAE-PPN/Datenblatt>
3. Bosch: Системы управления дизельными двигателями. Москва, Изд-во «За рулем», 2004. 480 с
4. Система LAVINIA E-PPN фирмы HEINZMANN. Режим доступа: <https://www.heinzmann.com/de/download-motoren-turbinen/dokumente-software/Dieselmotor-Management/E-PPN-Einspritzsystem/LAVINIAE-PPN/prospekt>
5. Electromagnet RM 08 Режим доступа: <https://www.heinzmann.com/en/engine-and-turbine-management/solenoid>
6. KEYSIGHT InfiniiVision 2000 X-Series Oscilloscopes . Режим доступа: <https://www.keysight.com/en/pcx-x205206/infiniivision-2000-x-series-oscilloscopes?nid=-32542.0&cc=UA&lc=en>
7. Chauvin Arnoux E3N Clamp AC/DC Режим доступа: <http://www.chauvin-arnoux.com/en/produit/e3n.html>

Наук. керівник – д.т.н., доц. Дубінець В.І